

Optimalisasi Variasi Komposisi Batu Kapur Lhoknga Aceh Besar sebagai Bahan Baku Material Dental Gypsum

Zulfalina, Nazaria, & Irhamni

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Syiah Kuala, Banda aceh
Email: zulfalina05@yahoo.co.id*

Diterima (27 September), direvisi (15 Oktober 2015)

Abstract. The optimized variation of Lhoknga's limestone composition as raw materials to use for dental gypsum materials have been researched. Usage of limestone from Lhoknga, Aceh Besar for this research is alternative as raw materials for dental gypsum materials. This research is conducted to optimized variation of limestone composition according to specifications of the American Dental Association (ADA 25) as decision of dental gypsum materials. The manufacture process of sample is conducted based on ISO standard of 6873-1998 by varian composition water and powder ratio become two samples that (A/K2B and A/K3B). Those samples were measured their setting time by using Vicat Apparatus, and their compressive strength are tested by using testing machine brands 3R (Recherches & Realisations Remy) type 8200. The results of the setting time test showed that A/K3B sample with composition ratio is 0,45 have optimum variation to meet the setting time for 5 minutes. The compressive strength test showed that the strength value is 4,07 MPa have to meet American Dental Association (ADA 25) range standard for type I of the dental gypsum materials.

Keywords: *Dental gypsum, limestone, setting time, compressive strength, Aceh Besar*

Abstrak. Optimalisasi variasi komposisi kapur Lhoknga sebagai bahan baku untuk bahan gypsum gigi telah berhasil diteliti. Penggunaan batu kapur dari Lhoknga, Aceh Besar untuk penelitian ini adalah alternatif sebagai bahan baku untuk bahan gypsum gigi. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan variasi komposisi kapur sesuai dengan spesifikasi dari American Dental Association (ADA 25) sebagai data acuan bahan gypsum gigi. Proses pembuatan sampel dilakukan berdasarkan standar ISO 6873-1998 dengan komposisi dan variasi rasio bubuk dan air (A/K2B dan A/K3B). Sampel diuji dengan menggunakan perangkat Vicat, dan kuat tekan mereka diuji dengan menggunakan merek mesin uji 3R (Recherches & Realisasi Remy) tipe 8200. Hasil tes pengaturan waktu menunjukkan bahwa sampel A/K3B dengan rasio komposisi adalah 0,45 memiliki variasi yang optimal untuk memenuhi pengaturan waktu selama 5 menit. Uji kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kekuatan adalah 4,07 MPa yang memenuhi standar American Dental Association (ADA 25) untuk tipe I dari bahan gypsum gigi.

Keywords: *gipsun gigi, batu kapur, kuat tekan, Aceh Besar*

PENDAHULUAN

Bidang material kedokteran gigi sebagai material penyembuhan (*restorative dental materials*) merupakan salah satu (*dental materials*), yaitu material yang digunakan bidang material medis yang terus untuk memperbaiki struktur gigi yang tidak berkembang dengan sangat pesat. Baik sempurna seperti kawat gigi yang terbuat

dari *fiber-reinforced composit* hingga *dental materials* yang diaplikasikan sebagai alat peraga (*auxiliary materials*). Alat peraga ini digunakan sebagai cetakan model atau *cast* struktur gigi [1].

Salah satu tahapan penting dan sering digunakan dalam sejumlah prosedur kedokteran gigi adalah pembuatan model atau bahan cetak. Variasi jenis bahan cetak dan model dapat dibuat dari produk gipsum dengan menggunakan sebuah cetakan atau *negative likeness* struktur gigi. Bahan cetak gipsum banyak digunakan untuk mengganti dan memperbaiki struktur gigi. Bahan cetak tersebut harus memiliki keakuratan yang dapat mewakili struktur mulut. Bahan cetak ini juga banyak dipergunakan untuk keperluan laboratorium material dental [1].

Indonesia memiliki banyak tempat yang menjadi deposit kapur yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gipsum. Salah satu deposit batu kapur terbesar dan terbaik di Indonesia berada di daerah Aceh dengan lahan batu kapur terluas yaitu 6.434 Ha dan cadangan 9.927.000.000 ton. Batu kapur bermutu ditandai dengan partikel yang halus dan daya lekat yang baik. Kawasan ini terletak di desa Naga Uimbang, Kecamatan Lhoknga, Kabupaten Aceh Besar [2,3]. Berdasarkan studi awal yang dilakukan oleh Irhamni [4], batu kapur dari desa Naga Uimbang, Kecamatan Lhoknga mengandung mineral kalsium (Ca) 98.2%. Hasil penelitian juga memperlihatkan adanya peluang pemanfaatan batu kapur sebagai bahan baku alternatif untuk material dental gipsum. Pada komposisi tertentu telah memenuhi waktu pengerasan sesuai dengan spesifikasi *American Dental Association* (ADA No.25) untuk tipe II dan tipe III, sedangkan nilai kuat tekan yang diperoleh masih di bawah rentang spesifikasi ADA No.25.

Berdasarkan kajian awal yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini akan dilakukan optimasi pemanfaatan batu kapur dengan memvariasikan komposisi bubuk untuk mendapatkan variasi komposisi yang

paling optimal yang memenuhi spesifikasi *American Dental Association* (ADA No.25). Waktu pengerasan (*setting time*) dan kuat tekan (*Compressive Strenght*) merupakan spesifikasi ADA No.25 yang harus dipenuhi.

METODE PENELITIAN

Penyiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: Bubuk Kapur Tohor (CaO) dari desa Naga Uimba, Lhoknga, bubuk sulfur alam (SO₃), Bubuk Silika (SiO₂) dan Air Aquades (H₂O).

Pada tahap ini, disiapkan sampel dengan perbandingan air dan bubuk (W/P) berdasarkan spesifikasi *American Dental Association* (ADA No.25), seperti Tabel 1.

Bubuk yang digunakan terdiri dari variasi komposisi bubuk kapur+sulfur (A/K2B) dan variasi komposisi bubuk kapur+sulfur+silika (A/K3B), perbandingan bubuk yang digunakan berdasarkan pengukuran konsistensi normal air [5].

Pembuatan Sampel

Proses pembuatan sampel terdiri dari dua tahapan, yaitu:

Proses pengadukan.

Proses pengadukan sampel dilakukan dengan memasukkan air (aquades) terlebih dahulu ke dalam mangkuk karet kemudian ditambahkan bubuk secara perlahan dan diaduk menggunakan spatula plastik. Proses pengadukan dilakukan selama 60 detik sampai didapatkan adonan yang halus dan mengkilat [4].

Tabel 1. Perbandingan air dan bubuk (W/P) berdasarkan spesifikasi ADA No.25[1].

Sampel	Berat air (gr)	Berat bubuk (gr)
1	18-22	100
2	22-24	100
3	28-30	100
4	45-50	100
5	40-75	100

Proses pencetakan

Adonan sampel yang telah diaduk selanjutnya dituangkan dalam cetakan sampai penuh dan padat. Cetakan terbuat dari pipa PVC berbentuk silinder berdiameter 20 ± 2 mm, panjang $40 \pm 0,4$ mm dan dilapisi plat kaca tipis di bagian bawah pipa sesuai standar pengujian ISO 6873-1998 [4].

Pengukuran konsistensi normal air

Pengukuran konsistensi normal air merupakan perhitungan persen konsistensi jumlah air yang diperlukan untuk melarutkan bubuk. Pengukuran ini menggunakan salah satu jenis jarum Vicat Apparatus yaitu batang peluncur (*plunger*). Sampel diletakkan pada sisi bagian bawah batang peluncur. Pastikan indikator skala pada alat ukur tepat pada angka nol. Kemudian diturunkan batang peluncur secara perlahan pada sampel hingga kedalaman mencapai angka (10 ± 1) mm dan diamkan selama 30 detik. Nilai konsistensi normal air diperoleh ketika batang peluncur yang masuk pada sampel menunjukkan angka (10 ± 1) mm berdasarkan standar pengujian *International Organization for Standardization* (ISO 9001:2008).

Pengujian Sampel

Pengujian terhadap sampel terdiri dari dua tahapan yaitu waktu pengerasan (*setting time*) sampel dan pengujian sifat kuat tekannya sesuai dengan spesifikasi ADA No.25, seperti terlihat pada Tabel 2.

Pengukuran waktu pengerasan (*setting time*) sampel

Pengukuran waktu pengerasan dilakukan dengan menggunakan alat uji Vicat Apparatus terhadap sampel. Pengukuran ini berguna untuk mengetahui lamanya waktu pengerasan pada masing-masing sampel yang dihitung dari awal pengadukan hingga sampel mengeras.

Permukaan ujung jarum Vicat disentuhkan pada permukaan adonan secara bertahap dengan jarum *initial set needle* yang berfungsi untuk mengukur waktu pengerasan mula-mula (*initial setting time*). kemudian ditarik dengan cepat. Angka yang tertera pada alat dicatat. Selanjutnya sampel didiamkan selama dua menit dalam mesin penyimpanan sampel (*Curing Cabinet*). Setelah dua menit sampel dikeluarkan, pengukuran kembali dilakukan dengan menyentuhkan permukaan ujung jarum Vicat Apparatus pada permukaan adonan untuk melihat waktu pengerasan awal yang menandakan terjadinya waktu pengikatan awal. Setelah itu, ujung jarum tersebut dikeringkan dengan kertas *tissue*. Pengukuran diulangi setiap dua menit hingga sampel tidak melekat lagi pada alat ukur yang menandakan waktu pengerasan berakhir yang dikenal dengan waktu pengerasan akhir (*final setting time*). Total waktu pengerasan sampel dihitung dari selisih waktu pengerasan akhir dan waktu pengerasan awal.

Tabel 2. Tipe *dental* gipsum berdasarkan spesifikasi ADA No.25[1]

Type	W/P ratio	Setting time (min)	1-Hr Compressive strength	
			(MPa)	(psi)
I. Plaster, Impression	0,40-0,75	4 ± 1	4,0	580
II. Plaster Models	0,45-0,50	12 ± 4	9,0	1300
III. Dental Stone	0,28-0,30	12 ± 4	20,7	3000
IV. Dental Stone, high Strength	0,22-0,24	12 ± 4	34,5	5000
V. Dental Stone, High Strength, high expansion	0,18-0,22	12 ± 4	48,3	7000

Pengujian kuat tekan sampel.

Pengujian kuat tekan diperlukan untuk mengetahui nilai kuat tekan yang dimiliki oleh sampel, nilai ini menunjukkan efektivitas sampel yang akan digunakan sebagai bahan baku material *dental* gipsum. Setelah 15 menit dari waktu pengerasan, sampel dan cetakan dipisahkan dan dipindahkan serta disimpan di dalam *Curing Cabinet* pada suhu $(23 \pm 2)^\circ \text{C}$ dan kelembaban (*relative humidity*) $(50 \pm 10)\%$ selama 45 menit, sehingga total waktu pengerasan satu jam [4]. Pengujian kuat tekan menggunakan mesin uji kuat tekan merk 3R (*Recherches & Realisations Remy*) tipe 8200 buatan Perancis. Mesin yang bekerja secara otomatis ini akan memberikan tekanan pada sampel uji hingga sampel uji mengalami retak (*crack*) dan berhenti secara otomatis, nilai kuat tekan yang diperoleh sampel uji terekam dan dapat dilihat pada layar monitor, kemudian dicatat.

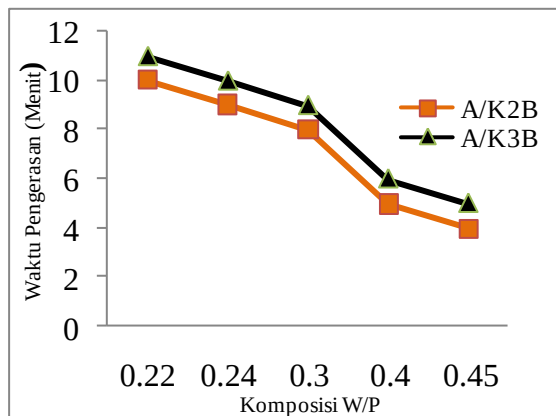
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Komposisi Perbandingan Air dan Bubuk (W/P) Terhadap Waktu Pengerasan Sampel

Berdasarkan komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P), sampel divariasikan komposisi perbandingan bubuk (kapur+sulfur) dan bubuk (kapur+sulfur+silika) berdasarkan pengukuran konsistensi normal air. Variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P) bertujuan untuk memperoleh waktu pengerasan sampel yang sesuai dengan spesifikasi waktu pengerasan *American Dental Association* (ADA No.25). Untuk keperluan tersebut, maka sampel dikelompokkan menjadi dua jenis sampel yaitu, sampel A/K2B yang merupakan perbandingan air dan bubuk (kapur+sulfur) yang bervariasi, dan sampel A/K3B yang merupakan perbandingan air dan bubuk (kapur+sulfur+silika) yang bervariasi. Waktu pengerasan yang diperoleh dari variasi komposisi sampel A/K2B dan A/K3B dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengukuran waktu pengerasan untuk variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P)

No.	A/K2B Komposisi Air (gr) : Bubuk (gr)	Variasi Bubuk (gr)		Waktu Pengerasan (menit)	
		Kapur	Sulfur		
1.	22 : 100	85	15	10	
2.	24 : 100	80	20	9	
3.	30 : 100	75	25	8	
4.	40 : 100	70	30	5	
5.	45 : 100	65	35	4	
No.	A/K3B Komposisi Air (gr) : Bubuk (gr)	Variasi Bubuk (gr)			Waktu Pengerasan (menit)
		Kapur	Sulfur	Silika	
1.	22 : 100	70	5	25	11
2.	24 : 100	70	10	20	10
3.	30 : 100	70	15	15	9
4.	40 : 100	70	20	10	6
5.	45 : 100	70	25	5	5



Gambar 1. Grafik pengaruh variasi komposisi W/P dari dua jenis sampel terhadap waktu pengerasan

Berdasarkan data pada Tabel. 3 diperoleh grafik pengaruh variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P) dari sampel A/K2B dan A/K3B terhadap waktu pengerasan, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.

Berdasarkan grafik pada Gambar 1. memperlihatkan bahwa semakin besar variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P) dari dua jenis sampel yaitu sampel A/K2B dan sampel A/K3B maka waktu pengerasan yang diperoleh semakin menurun. Hal ini disebabkan pada sampel A/K2B dan A/K3B terdapat penambahan variasi komposisi bubuk sulfur dan bubuk silika, sehingga molekul air dalam jumlah besar dapat tertutupi oleh volume bubuk sehingga waktu pengerasan dapat berlangsung lebih cepat. Pada sampel A/K2B diperoleh waktu pengerasan lebih cepat dibandingkan dengan sampel A/K3B yang menunjukkan bahwa semakin besar komposisi A/K2B maka perbandingan bubuk A/K2B yang mengandung sulfur trioksida juga semakin besar. Kandungan sulfur trioksida pada komposisi A/K2B berperan sebagai inti kristal yang dapat mempercepat proses pengikatan awal (*initial set*) sehingga waktu pengerasan berlangsung lebih cepat. Sedangkan pada sampel A/K3B komposisi bubuk K3B terdapat variasi bubuk silika yang berfungsi

menjaga laju kesetimbangan waktu pengerasan dengan mengurangi penyusutan pada gipsium karena panas yang dihasilkan selama proses pengerasan, sehingga waktu pengerasan yang diperoleh menjadi stabil [1].

Pada variasi komposisi A/K2B minimum yaitu sebesar 0,22 diperoleh waktu pengerasan selama 10 menit. Pada variasi komposisi A/K2B maksimum yaitu sebesar 0,45 diperoleh waktu pengerasan selama 4 menit. Perbedaan waktu pengerasan yang diperoleh pada variasi komposisi A/K2B maksimum dan minimum dipengaruhi oleh sulfur, sehingga semakin banyak sulfur yang ditambahkan pada proses pembuatan *dental* gipsium, maka waktu pengerasan yang diperoleh semakin cepat. Dari kelima variasi komposisi A/K2B yang memenuhi spesifikasi waktu pengerasan *American Dental Association* (ADA No. 25) untuk *dental* gipsium tipe I pada komposisi 0,40 dengan waktu pengerasan selama 5 menit, pada komposisi 0,30 dengan waktu pengerasan selama 8 menit sesuai dengan *dental* gipsium tipe III, pada komposisi 0,24 dengan waktu pengerasan yang diperoleh selama 9 menit sesuai dengan *dental* gipsium tipe IV, dan untuk *dental* gipsium tipe V terdapat pada komposisi 0,22 dengan waktu pengerasan selama 10 menit.

Pada variasi komposisi A/K3B minimum yaitu sebesar 0,22 diperoleh waktu pengerasan selama 11 menit. Pada variasi komposisi A/K3B maksimum yaitu sebesar 0,45 diperoleh waktu pengerasan selama 5 menit. Perbedaan waktu pengerasan yang diperoleh pada variasi komposisi A/K3B maksimum dan minimum masih dipengaruhi oleh perbandingan sulfur yang semakin tinggi, semakin besar komposisi A/K3B maka waktu pengerasan yang diperoleh semakin cepat. Dari kelima variasi komposisi A/K3B yang memenuhi spesifikasi waktu pengerasan *American Dental Association* (ADA No.25) untuk *dental* gipsium tipe I yaitu pada komposisi 0,40 dan 0,45 dengan

waktu pengerasan selama 5 menit, dan untuk tipe III yaitu pada komposisi 0,30 dengan waktu pengerasan selama 9 menit, pada komposisi 0,24 dengan waktu pengerasan selama 10 menit sesuai dengan *dental* gypsum tipe IV, dan untuk tipe V yaitu pada komposisi 0,22 dengan waktu pengerasan selama 11 menit.

Berdasarkan spesifikasi waktu pengerasan *dental* gypsum *American Dental Association* (ADA No.25) menunjukkan bahwa variasi komposisi sampel A/K2B dan sampel A/K3B memiliki peluang untuk memenuhi waktu pengerasan *dental* gypsum pada variasi komposisi W/P 0,40 dan 0,45 untuk tipe I, pada variasi komposisi W/P 0,30 untuk *dental* gypsum tipe III, pada variasi komposisi W/P 0,24 untuk *dental* gypsum tipe IV, dan pada variasi komposisi W/P 0,22 memenuhi waktu pengerasan *dental* gypsum untuk tipe V.

Gambar. 1 menunjukkan bahwa semakin besar variasi komposisi W/P maka waktu pengerasan yang diperoleh semakin

menurun secara linear, yang menunjukkan bahwa waktu pengerasan yang diperoleh semakin cepat. Oleh karena itu, sampel A/K2B dan A/K3B terlihat diseluruh variasi komposisi W/P dapat memenuhi spesifikasi waktu pengerasan *American Dental Association* (ADA No.25).

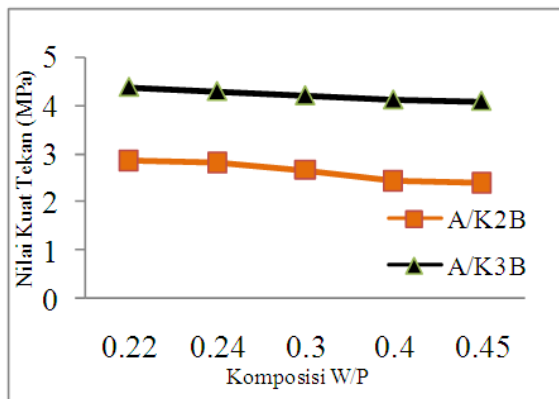
Pengaruh Variasi Komposisi Perbandingan Air dan Bubuk (W/P) terhadap Nilai Kuat Tekan Sampel

Nilai hasil pengujian kuat tekan dari variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P) pada sampel A/K2B dan A/K3B yang diperoleh setelah satu jam pengerasan dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan data pada Tabel 4, maka diperoleh grafik pengaruh variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P) dari sampel A/K2B dan A/K3B terhadap nilai kuat tekannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2

Tabel 4. Data hasil pengujian nilai kuat tekan untuk dua jenis variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P)

No	A/K2B Komposisi Air (gr) : Bubuk (gr)	Variasi Bubuk (gr)		Nilai Kuat Tekan (MPa)	
		Kapur	Sulfur		
1.	22 : 100	85	15	2,86	
2.	24 : 100	80	20	2,81	
3.	30 : 100	75	25	2,57	
4.	40 : 100	70	30	2,32	
5.	45 : 100	65	35	2,22	
No.	A/K3B Komposisi Air (gr) : Bubuk (gr)	Variasi Bubuk (gr)			Nilai Kuat Tekan (MPa)
		Kapur	Sulfur	Silika	
1.	22 : 100	70	5	25	4,37
2.	24 : 100	70	10	20	4,28
3.	30 : 100	70	15	15	4,19
4.	40 : 100	70	20	10	4,10
5.	45 : 100	70	25	5	4,07



Gambar 2. Grafik pengaruh variasi komposisi W/P dari dua jenis sampel terhadap nilai kuat tekan

Berdasarkan Gambar 2, terlihat grafik pengaruh variasi komposisi perbandingan air dan bubuk (W/P) dari dua jenis sampel A/K2B dan A/K3B terhadap nilai kuat tekan yang menunjukkan bahwa semakin besar komposisi perbandingan W/P maka nilai kekuatan yang diperoleh semakin rendah. Pada penggunaan perbandingan air dan bubuk (W/P) tinggi kelebihan air pencampur yang terdapat pada massa keras gipsum akan semakin banyak, sehingga kekuatan tekan yang diperoleh juga semakin rendah [1]. Nilai kuat tekan pada sampel A/K2B lebih rendah dibandingkan dengan nilai kuat tekan pada sampel A/K3B. hal ini disebabkan pada sampel A/K2B mengandung variasi komposisi perbandingan bubuk sulfur trioksida (SO_3) yang tinggi, sehingga menurunkan kekuatan pada bahan dan berdampak pada nilai kuat tekan yang diperoleh semakin rendah. Sedangkan pada sampel A/K3B mengandung variasi komposisi bubuk silika yang dapat menambah kekuatan pada bahan serta dapat mengurangi resiko patahnya sampel pada saat dilakukan pembebanan (uji tekan). Kandungan silika pada sampel A/K3B sangat mempengaruhi nilai kuat tekan, yang menunjukkan pada variasi perbandingan W/P maksimum, kandungan bubuk silika semakin sedikit, nilai kuat tekan yang diperoleh pada sampel A/K3B juga semakin rendah. Namun, nilai kuat tekan yang diperoleh pada sampel A/K3B yang mengandung bubuk silika lebih tinggi

dibandingkan pada sampel A/K2B yang tidak mengandung silika.

Berdasarkan nilai kuat tekan yang diperoleh dengan memvariasikan komposisi A/K2B dan A/K3B menunjukkan bahwa peluang diperoleh nilai kuat tekan yang memenuhi spesifikasi nilai kuat tekan *American Dental Association* (ADA No.25) untuk material *dental* gipsum tipe I terdapat pada variasi komposisi A/K3B maksimum yaitu 0,45 dengan nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh sebesar 4,07 MPa.

KESIMPULAN

Variasi komposisi yang paling optimum dan memenuhi spesifikasi ADA No.25 adalah sampel A/K3B, dengan perbandingan komposisi air dan bubuk (kapur+sulfur+silika) sebesar 0,45 dengan waktu pengerasan selama 5 menit dan nilai kuat tekan 4,07 Mpa.

Sampel A/K3B dapat digunakan sebagai bahan baku material *dental* gipsum tipe I dan dapat diaplikasikan untuk keperluan prosedur pekerjaan kedokteran gigi yang tidak memerlukan persyaratan kekuatan tinggi. .

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Sri Fitriyani, M.Si dan pihak PT. Lafarge Cement Indonesia, Lhoknga, Aceh Besar atas bantuan fasilitas selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anusavice, K. J, 2003. *Philip,s Science of Dental Materials*, 11th Edition, USA
- Dinas Pertambangan dan Energi, 2007, *Peluang Investasi Bahan Galian dan Energi di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam*. Laporan Hasil

Zulfalina dkk: Optimalisasi Variasi Komposisi Batu Kapur Lhoknga Aceh Besar sebagai Bahan Baku Material Dental Gypsum

- Peninjauan Lapangan. Dinas Pertambangan dan Energi Aceh, Banda Aceh.
- Irhamni, Nazaria dan Zulfalina. 2012, *Studi Awal Pemanfaatan Batu Kapur Lhoknga Sebagai Bahan Baku Material Dental Gypsum*, Prosiding Semirata BKS-PTN B MIPA 2012, Medan.
- Serambi Online. 2010. Diskusi public mengenai *kualitas batu kapur Aceh terbaik di Indonesia*. <http://tribunnews.co.id>. Tanggal akses 25 Juli 2011
- Wataha, J.C, Craig, RG dan Powers JM. 2004. *Dental Materials: Properties and Manipulation*, Textbook:8th Edition. Mosby inc, USA.